

和算と西洋数学（その2）

－改暦－

第20回グラフ電卓研究会 (2019年6月15日)

坪川武弘

- 去年の補足
- 日本での改暦と和算
- 中国の暦
- その他

初期の和算家への西洋数学の影響

平山諦『和算の誕生』(1993)より

- 数学者・和算史研究者の平山諦の晩年の指摘

彼は上記の書の中で今後の和算史研究においては西洋数学の影響を検討すべきと延べている。

平山諦(1904-1998)：東北大学理学部数学科の出身，和算史研究の戦前から戦後にかけての代表者。東北大学は和算資料の収集とその研究を続け，林鶴一，藤原松三郎など著名な和算研究者を輩出。

平山の著になる『和算の歴史』は辞書的で網羅的な和算の解説書。数学的な説明もしっかり成されている。

- 平山の挙げた西洋数学の明らかな影響例

カルロ・スピノラからの和算家への教育。来日前に天文数学者クラビウスのもとで数学を学んだスピノラによる。京都の天主堂でのAcademiaの設立と数学の指導。慶長9年(1605年)～16年(1612年)に実施された。

毛利重能(『割算書』)，吉田素庵(『塵劫記』の光由はまだ幼少)，百川忠兵衛(『新編諸算記』)，田原嘉明(『新刊算法記』)，藤岡茂元(『算元記』)等はこの学校の生徒であった。

1606年12月3日のスピノラの手紙：「数学は親密な雰囲気の中で主立った殿達の中に，うまく入り込むのに非常に役に立ちます。彼らはその種の科学を大変に喜びます。・・・布教のために最も必要なことは，日本人に尊敬されることです。私が数学を学んでから日本へやって来たのはよいことでした。当地に来るものは，もし，数学を知っていれば，尊敬されることでしょう。」

スピノラの影響と考えられること

- 毛利重能の『割算書』は1622年春の出版、スピノラの殉教は9月であった。急いで出版された形跡が認められる。初版の丸印の中の模様はI.H.S (Jesus Hominum Salvator = Jesus, the Saviour of Mankind)と見える。

以下の序文が有名「夫割算(それわりざん)と云は、寿天屋辺連(じゅてんやへれん)と云所に知恵万徳を備はれる名木有。此木に百味之含霊の菓、一生一切人間の初、夫婦二人有故、是を其時二に割切より此方、割算と云事有。八算は陰、懸算は陽、争、陰陽に洩事あらん哉。大唐にも増減二種類と云事有。況、我朝にをひてをや。懸算引算馬と選出。正実法と号。需道仏道医道何れも算勘之専也。」

- 『割算書』は刊行年のある最古の和算書。ただしこの書籍には書名がなく昭和31年に日本珠算連盟が復刻したときつけたもの。

実物は明治末から大正期に見いだされた。それ以前の和算書『算用記』とよく似た内容となっている。

- 毛利重能も経歴については不明なことが多い、『割算書』の末に「摂津国武庫郡瓦林之住人、今期用途に住割算之天下一と号物也」とある。

弟子の今村知商著『堅亥録』の序文にも登場する。

これ割算とていふは天を
をこきりしやうふふよ智恵の力
溢れそまひまひるるまわり
いよよ百味の合はれぬは
一廿一人なる初まぬ二人
わるぬをどとて時二よりり
くしじらりあのこ割算
とていふは八算の法を算
ハ陽のこ陰陽のりい
わんや大廣とて増減二
倍算といふあやういん
やぶおよびひてまやう
算の算とていふい



『割算書』序文

ARTE DA LINGOA DE IA
PAM COMPOSTA PELLO
*Padre Ioão Rodriguez, Portuguez da Cõpa-
nhia de IESV diuidida em tres*
LIVROS.



COM LICENCA DO ORDI
NARIO, E SUPERIORES EM
Nangasaqui no Collegio de Iapão da
Companhia de IESV
Anno. 1604.

昭和31年復刻の東京勉誠社版。日本文典より。上部にイニズ派のロドリゲス Ioão Rod-
riguez編纂とあり。下部には長崎 Nangasaqui の Collegio 出版。1604年とある。

『和算の誕生』 p24

元和八年初春重刊
東山

今京初に刊行
天下一時号者也

東北大学和算史料 割算書(岡本) 元和8年初版

スピノラの影響と考えられること (つづき)

- 百川忠兵衛 (1580-1638) 治兵衛, 寛永15年(1638)に棄教して出牢して新潟で没した. 寛永18年に弟子達が『新編諸算記』を出版.

「摂州大阪川崎屋忠兵衛 寛永拾八年辛巳九月吉日, 正次」とある. 佐渡年代記に「算術者百川治兵衛, 切支丹の類族の間こえありて牢舎せしむる所」とある.

- 『新編諸算記』で, 百川忠兵衛は開平・開立計算でニュートンの逐次近似法を理解して用いている. これは参考にしたと言われている中国の算書『算法統宗』にはないもの.

- 実は吉田光由『塵劫記』にも『算法統宗』の影響はほとんど認められない.

しかし『算法統宗』を引用したことにするのが安全と考えたのであろう. 『塵劫記』の種本はイタリアの Nicolo Tartaglia (1500-1557)であるという説(中村政弘)もある.

- 開平・開立計算がこのアカデミアで教授されたと思われる.

このときの記念として塵劫記には, 2^{119} の開立計算が記されているのであろう.

(開平計算) ある数を $X = (a + b)^2$ とすると,

$$X = (a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2.$$

$$X - a^2 = b(2a + b)$$

と変形して, $|2a| \gg |b|$ と考へて括弧内の b を捨てる.

$$b = \frac{X - a^2}{2a}$$

この b を用いて, a を $a + b$ と置くと次の商 b が得られます.

(開立計算) 同様にして $X = (a + b)^3$ とすると,

$$b = \frac{X - a^3}{3a^2}$$

$$X = 2^{119} = 6646\ 1399\ 7892\ 4579\ 3645\ 1903\ 5301\ 4017\ 2288$$

$$\sqrt[3]{X} \text{ として, 商} = 8726\ 8295\ 7291, \text{ 余り} = 10164\ 4411\ 7078\ 7004\ 9337\ 9117$$

スピノラの影響と考えられること (つづき)

- $0.79^3=0.493039$ (立法尺)=493.039(立法寸)の読み方
『算用記』： 四寸九ふ三の三九 (のは零の意味)
『割算書』(元和8年)：百か四十九三分三毛九糸
『割算書』(寛永4年)：百か四十九三分三毛九ほつ
- 「ほつ」は『新編諸算記』にも「金百式拾式匁分八リン八毛七ほつ五」とある。
- ロドリゲスの『日本大文典』には単位について
原文： Fum, Rin, No, Fot, Xi, Mi,
日本語訳： 分, 厘, 毛, 忽, 糸, 微
- 本来は、分, 厘, 毛, 糸, 忽, 微だか、「こつ」を「ほつ」と聞き間違えて記したものが和算家達にそのまま伝わった可能性が大きい。

初期の和算家への西洋数学の影響

鈴木武雄『和算の成立 -その光と陰-』より

- 鈴木武雄(1944-) は和算史研究者，平山氏に師事，和算史の研究を行っている。彼は新たにいくつか大胆な仮説を展開している。
- スピノラは明末の『同文算指』(1613年)を日本に紹介した。
『同文算指』は，マテオ・リッチと李之藻によって刊行された西洋数学の漢訳本『天学初函』の一部。クラビウス著『Epitome Arithmeticae Practicae』に『算法統宗』の算題を加えて編集したもの。開平・開立計算はクラビウスによる漸化式を用いたニュートンの近似公式(土倉の研究)。
- 潜入宣教師達は幕府の庇護のもとで知識を初期和算家達に伝えた。

鈴木氏の仮説

初期の和算家「高原吉種」とは何者か？

- 潜入宣教師ジュゼッペ・キアラ(達)こそがこの人物であろう.
- 井上筑後守政重こそが、西洋科学の伝達のためにキアラ達を庇護し、教育と研究施設として「吉利支丹屋敷」を提供したのでであろう.
井上は大目付(1632～1658)で天主教考察(宗門改奉行 1657～1658).
- ジュゼッペ・キアラ(達)は若い有能な青年達を教育し数学・天文学などの研究をさせたのでであろう.

日本に派遣された宣教師達

派遣の経緯と彼らの知識

- フェレイラの棄教の報告を受けて潜入宣教師が組織された。

フェレイラ: 日本への西洋医学導入に貢献。著書に『阿蘭陀外科指南』がある。弟子に杉本忠恵, 半田順庵, 西玄甫 (南蛮流医術の開祖), 天文学への貢献は『天文備用』『乾坤 (けんこん) 弁説』など。

- 彼らはイエズス会の学校(大学)にて天文・数学・測量などの自然科学も学んでいた。それらに関する多くの書物を持ち込んでいた。

特にグレゴリオ暦への改暦に当たったクリストファー・クラビウスは宣教師の教育に当たっていた。クラビウスは16世紀のユークリッドと呼ばれていた学者。フェレイラはマテオ・リッチ, アダム・シャル, フェルディナンド・フェルビースト達と同じような学識を有していた。マテオリッチ達は中国で活躍し, 多くの書籍を漢文訳して東南アジアに持ち込んだ事が知られている。

- 『岡本三右衛門筆記』には, 数学や天文, 科学技術に関する持ち込んだ書物のリストが挙げられている。

岡本三右衛門とははジュゼッペキアラの日本での名前

井上政重の人物像

- 井上は第2次ルビノ隊を棄教させ江戸へ連れ帰った(寛永20年 1643). その後「切支丹屋敷」に住まわせた.

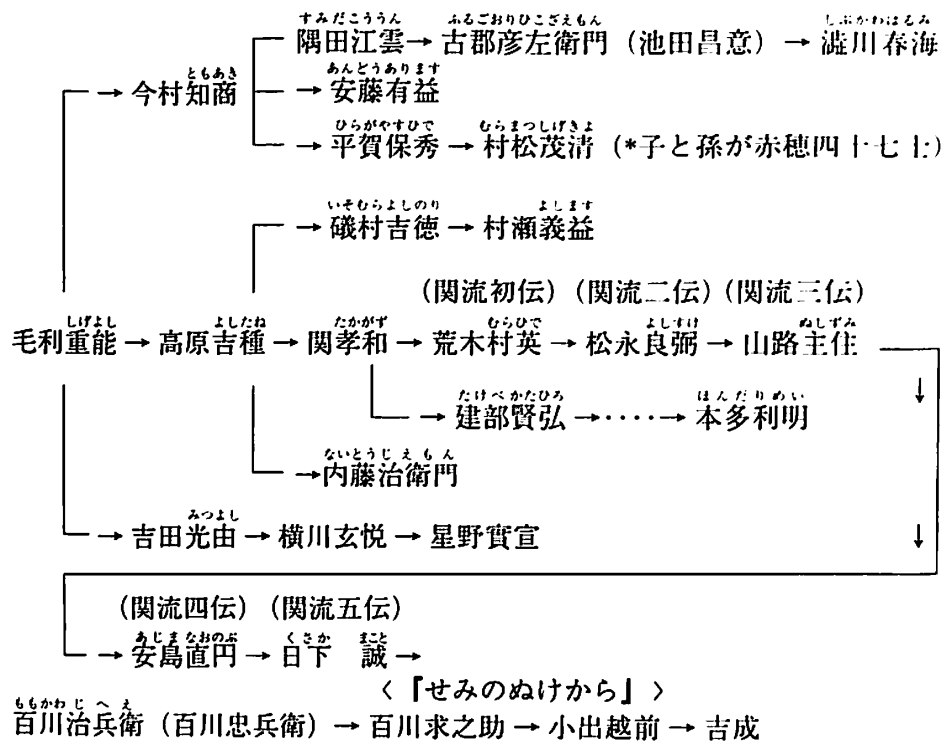
- 大目付として外交担当, 海外情報収集を担当していた.

海外の事情に明るくポルトガル語を解した. 天主教考察と作事奉行とを兼務し江戸城本丸御殿の作事に当たった. 島原の乱では松平信綱の参謀役として「井楼による仕寄り」「大火力による攻撃」を進言し活用. オランダ商館の書記官から天文学・数学の講義を受けたことが記録として残されている.

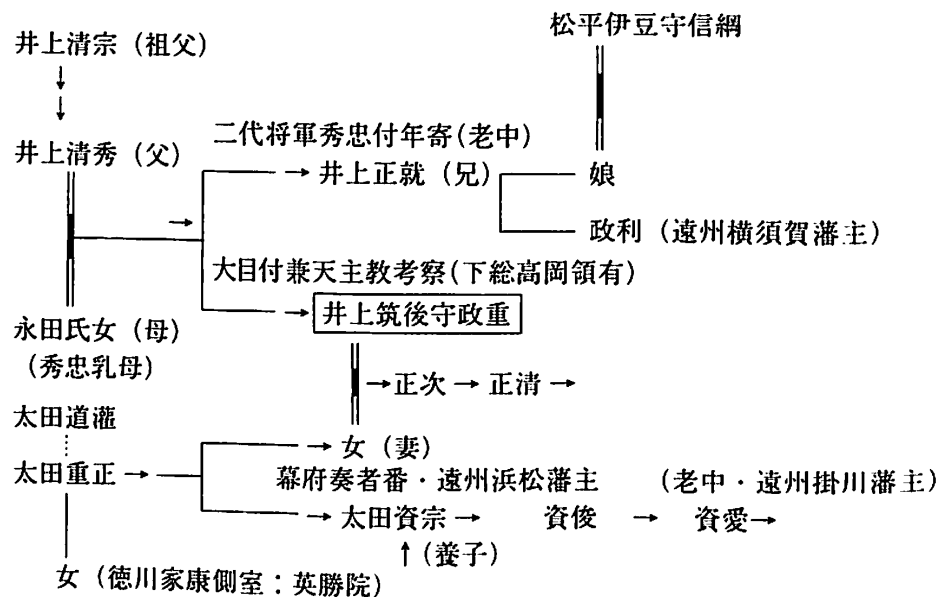
- 井上は開明的な思想と人間性を持ち合わせていたと思われる.

井上の後任への言葉「耶蘇の法は, もと邪宗なりといへとも, 人々信すへき理あればこそ, 此教を崇敬するものあり, その心得あるへしと, 大猷院殿(家光)の仰せありせしかは, 親しき子共などにも此事の沙汰は聞せずとそ, 入道(政重)の申されしは, 猷廟の仰に, 耶蘇の法は西洋の教なり, それゆゑに我国の人を一人も罪に行わむ事は, 損といふへし, なるへきたけは, 人のそこないなからむやうに, 其宗を改めさずへしと云々, 新井君美(新井白石)か説に, 獄門にかけよと仰ありしは, 其後天草一揆などの事に, こりさせ給ひしによりてなるへし」

《主な和算家の師弟人物関係図》



《井上筑後守政重の関係図》



鈴木武雄 『和算の成立』 p14より抜粋

高原吉種， 関孝和たちの教育研究所

切支丹屋敷=小日向科学研究所

- 高原吉種の名前は，松永良弼『荒木彦四郎村英先生茶談』の中にある。
「毛利重能の門人三人あり，今村仁兵衛知商『堅亥録』を作る，吉田七兵衛光由『塵劫記』『古歴便覧』『和漢合運』を作る」につづき
「高原庄左衛門吉種，後に一元と云へり」「高原氏の門人に磯村喜兵衛吉徳算法闕疑抄，同頭書を作る．．．」に見える。
- 磯村吉徳『算法闕疑抄』『頭書算法闕疑抄』には高原吉種が記されている。(次ページ)
磯村吉徳の業績は一人でなしたとは思えない。
- 本田利明は『西域物語』(1798)の中で「昔西域，羅馬の人三人渡来して虜となり，上の御扶助を蒙りて，生涯日本に終わりたる。各年八十四，五歳迄存在也」「此大導師，日本に改名して，岡本三右衛門と云。口厳命に困りて也。」「語呂不分明之所有りといへ共，数字は異体にてても，一より十に至るの数は日本と相等し，因り数を以て推て知事多し。数理の学は，元来欧羅芭(ヨーロッパ)に起こり，天竺，支那，日本と東移渡来せり」

- ・ ジュゼッペキアラは岡本三右衛門として83歳まで庇護されている。妻がいた。10人扶持(約18石)であった(当時の下級武士の給与よりはるかに多い)。

なくなったときの遺産が28両3分あった。後家は元禄8年(1695)に74歳で死亡しているがその後200年間彼の墓は小日向無量院に存続していた。幕府が最後まで守っていたものと考えられる。

- ・ 他の宣教師、卜意、壽庵、南甫、二官はそれぞれ7人扶持で、同じような処遇を受けていた。

延宝3年(1675)5月23日「岡本三右衛門に金三両、壽庵へ金二両、二官へ金一両を下され候」、延宝5年(1677)7月29日「天地の図が所々破損していたので岡本三右衛門と壽庵で繕った」、延宝9年(1681)宗門改奉行青木遠江守が切支丹屋敷二来て、壽庵へ「天地の絵図」について尋ねる。(『査祿余録』より)

- ・ 海外でのキアラ達の動向についての記録がいくつかある。

「彼は天球論 *la Sphera* 教授のため、数学者として將軍廷に赴いた」ハノイの宣教師からイエズス会本部への手紙

磯村吉徳と村瀬義益の謎

- 磯村吉徳の著書『算法闕疑抄』『頭書算法闕疑抄』の中で「高原吉種」について触れている数少ない和算家、しかもかれは高原の弟子であることが村瀬の本で明らかにされている。
- 磯村の弟子の村瀬義益は『算法勿憚改』を表して和算史上初めて3次方程式を逐次近似法で解いた。
序文で「生国は佐渡で、百川の流れを汲んでいて、磯村吉徳を師と頼んだ」と書いている。
- 『算法闕疑抄』の万治2年(1659)の初版本と万治3年(1660)の奥付の違い
初版本： 「村瀬三郎右衛門 開版」 楷書体に近い
万治3年本： 「村瀬三郎右衛門 開版」 くずし気味
版木の彫り間違えではない。初版本は秘密出版と考えられる。
さらに、寛文元年版は書肆名「西村又右衛門」とし、天和3年版では「西村又右衛門」としている。
- 貞享元年(1648)出版の『頭書算法闕疑抄』では本の頭注に高原吉種を追加して書き込んでいる。キアラ死去の前年。
- 村瀬三郎右衛門とは、村瀬=磯村が三郎右衛門に問うたという意味であろう。
キアラは、「岡本三右衛門」、壽庵は「黒川三郎右衛門」と称していた。

関孝和

算聖の謎の生涯

- 傍書法と演段術(記号代数), 方程式論(ホーナーの数字係数方程式の解法やニュートンの近似解法), 円理(補間公式), 角術(三角法), 零約術, 不定方程式, ベルヌイ数の発見, 弧環の求積など多大な業績があることはよく知られている.
- しかし、経歴がよくわからない, とりわけ30歳迄にどのように数学を学習し研究したのかがほとんど知られていない.
- 実は「孝和」を「考和」とする記録もある.
(『寛政重修諸家譜』内山家. 関孝和の著作『関訂書』には「関考和識之」とある. 上野東照宮にある内山家呈譜には「”孝”ではなく, ”老”に似た”**老**」の形の字」とある.)
- 生前板行された著作は『発微算法』だけ, 『活要算法』などは遺稿を弟子達出版がしたもの. 天文関係の『授時発明』『天文数学雑書』などは写本として伝わる.

- 関は『勿憚改答術』では「関自由亭先生著述 山路主住訂」, 『活要算法』では「関自由先生遺録」としている.
- 『闕疑抄一百答術』では所々に伏せ字がある.
第30で「術曰, 立天□□為」, 第31で「術曰, 立□□□為」というのが延々と続く. ここには, 「立天元一」が入ることは明らかだが何のためか.
- ヨーロッパの文字記号と文字式を知って傍書法を考案したと推測できる.
禁書『同文算指』を学んでいた.
- 数学の体系づけは, 関孝和と建部兄弟(賢明・賢弘)による『大成算経』で結実したが, その発想は日本人離れしている.

日本での改暦 改暦が必要と考えられた理由

- 貞観4年(882年)以来800年以上使い続けた「宣明暦」は実太陽年より2日遅れるようになった。そのため日食月食の予報がずれるなど不具合が目立つこととなった。

「宣明暦」は中国では唐代末期の822年に施行され71年間使用された、日本へは持統天皇の時代、貞観元年(859年)渤海国の使節よりもたらされた。以来823年間も使用。

1年=365.2446(日)としたため、 $365.242189-365.2446=-0.002411$ のずれ、1年間で3.5分ほど遅れることに、 $800 \times (-0.002411) = -1.9288$ (日)=約2日

- 国としての対外的な暦の使用に支障がでてきた。国としての体面が保てない。

明からの使者の国書が足利義満に届けられ、その中には「大統歴を班示し、正朔を奉じせしめ」とあって、客観的には明の冊封体制に組み入れられたことになっていた。

朝鮮通信使の来日にもとない国書の交換が行われるようになったが、記入する年号と日時で用いている暦法の優劣が明白だということに気づいた。

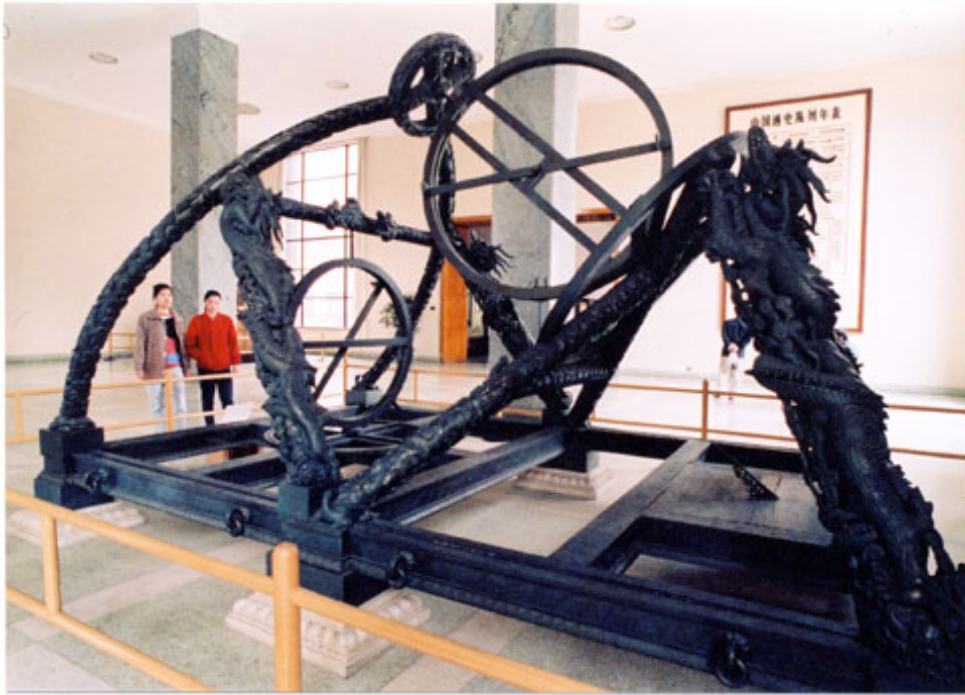
中国の暦法の推移(概略)

『授時暦の道』， 『中国の天文暦法』

- 山田慶児『授時暦の道』， 藪内清『中国の天文暦法』より
- 中国は歴代王朝が暦を作成し， 48もの暦が作られた。
前漢「大初暦」， 後漢「四分暦」， 唐「大衍暦」(729～761 観測儀書の刷新， 太陽運動の不等， 補間法)， 唐「宣明暦」(822～892)， 唐「崇玄暦」(893～938)， 元「授時暦」(1280～1367)， 明「大統暦」(1368～1644 授時暦とほぼ同じ)， 清「時憲暦」(1645～1911)
ちなみに日本では9つの暦が用いられてきた。(国立天文台)
- 天文観測は王朝が変わっても継続して行われていた。 2000年に及ぶ天文現象の記録が残されている。
- 暦の編纂は王朝の権威の証。 民間の暦作業の禁止。
天文関係の官吏採用を試験をして行うようになっていた(元の時代には)

- 唐代の暦： 西方文化の流入でイラン、インド方面より星占や天文暦法が伝わった。
インドの天文学者が天文業務に携わる。天竺暦法が官暦に付して行われた。新しい天文儀器が作られた。天象に一致させる暦を作成するという科学的合理的な精神が起こった。(十分に応えられてはいなかった)
- 元・明の暦： 回回暦家の登場により従来の漢暦家との両方が暦研究に当たった。「授時暦」は400年も使い続けられた優秀な暦法であった。
 - 観測の充実：(1) 冬至の日時, (2) 1年の長さの決定, (3) 冬至における太陽の赤道・黄道上の位置, (4) 月の継続的な観測, (5) 日・月が黄白道の交点にくる入交の測定, (6) 28宿の距離の測定, (7) 太陽の出没時刻の測定
 - 計算の進化：(1) 太陽の盈縮(不等運動)の計算に対する招差法(補間法)の適用, (2) 月の運動の計算に対する招差法の適用, (3) 黄赤道の座標変換に対する割円術(球面三角法に相当)の適用, (4) 黄赤道内外度に対する割円術の適用, (5) 黄白道の座標変換に対する割円術の適用
- 発行部数は300万部を超える(1328年), 大ベストセラー

- 1600年イエズス会宣教師マテオ・リッチが北京にヨーロッパ科学書を多数持ち込んで、徐光啓、李之藻らの協力を得て漢訳書『天学初函』を作成した。
この中に『幾何原本』『同文算指』などが含まれている。
- 清の暦：明末にイエズス会のロンゴバルディ、アダム・シャルル、ロー達による西方暦法による『崇禎暦書』が編纂されていた。
- ところが明末から清初にかけては中国国内での暦法を巡っても争いがあった。
暦の政治性からヨーロッパの天文暦法を受け入れがたい政治家、暦学者がいた。結果予測の正確さで勝っていた西洋暦法が採用されることとなり、明代に「時憲暦」が頒布された。
- なお、中国では大量に漢訳書が印刷された。宣教師達が日本への持ち込みを図っていた。漢字であれば発音は違っても朝鮮・日本で読んで理解することができることを狙っていた。



郭守敬1276年製作「簡儀」 中国文化研究院のHPより

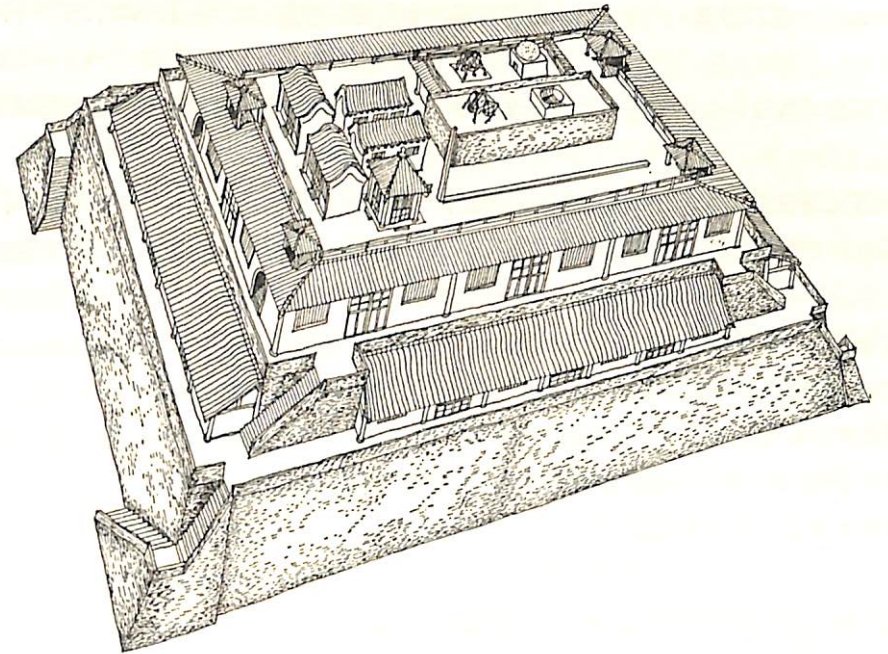


図17 太史院の想像復元図

『授時曆の道』より



陽城の観星台 Google Mapより

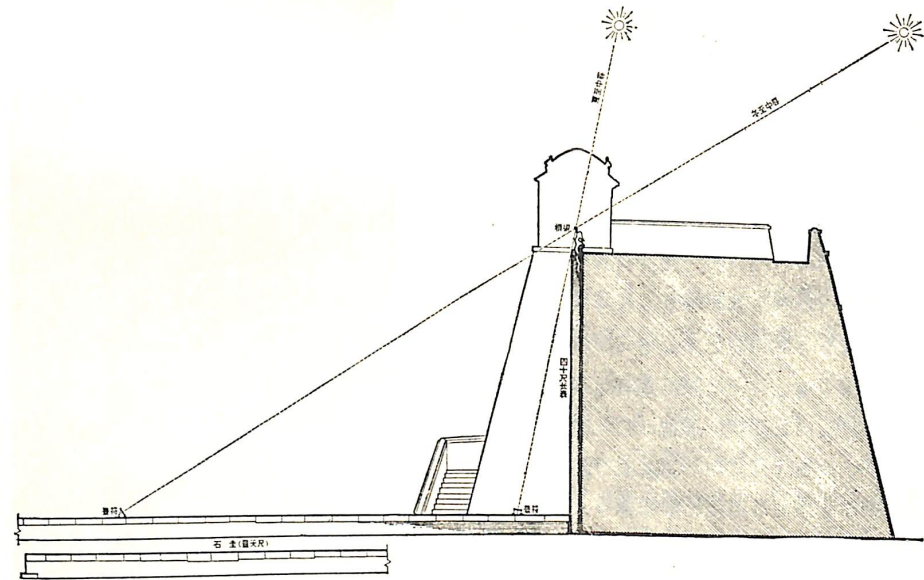


図15 陽城の観星台

『授時曆の道』より
高さ12m, 道の長さ32m



朝鮮王朝の暦

『和算の成立』より

- 李朝第四代国王世宗 (在位 1418-1450) の時代に、天文暦書『七政算』が出版された(1444年).
- 『七政算』内編は、授時暦を再検討し、朝鮮での天文現象を入れて合理的な暦の編纂方法の理論を体系化したもの.
- 『七政算』外編は、イスラム暦を参考に補充的な天文理論を明らかにしたもの.
授時暦、大統暦、イスラム暦などの先進的な暦の比較検討を行っている.
- 他にも暦書が作成され、日食・月食の予報、太陽と月の位置の正確に求めるための理論と計算公式が述べられている。それに基づき技術的にも種々の観測機械が製作された.
- 朝鮮通信使との交流から当時の日本ではその違いと落差に気づかされた

日本での改暦

江戸時代

- 江戸時代4回の改暦作業がなされた。「貞享の改暦(1685年)」、「宝暦の改暦(1755年)」、「寛政の改暦(1798年)」、「天保の改暦(1844)」
- 朝廷の暦編纂権限を江戸幕府が取り上げての改暦作業が、貞享の改暦であった。
澁川春海はオーガナイザーとして手腕を発揮した。「貞享暦ト云フ武家未曾有ノ盛典ニシテ」(近藤守重)
- その後、幕府は西洋暦法の漢訳書の輸入を認めた。土御門泰邦の巻き返しで暦編纂の主導権が朝廷に戻された。これが宝暦の改暦であった。これは前の暦の修正で不十分であった。
このとき関流第三伝の山路主任は関流の暦算書を提出させられた。その写本関算四伝500冊、天文四伝300冊に上った。前者は伊達家が預かり公開された。後者は土御門家で秘蔵された。
- 西洋暦法を取り入れた改暦が、寛政の改暦と天保の改暦で、いずれも西洋暦法による。
改暦に当たった高橋至時は後にフランス人天文学者ラランデを研究し『ラランデ暦書管見』を表す。麻田流派に属する和算家で伊能忠敬の師。

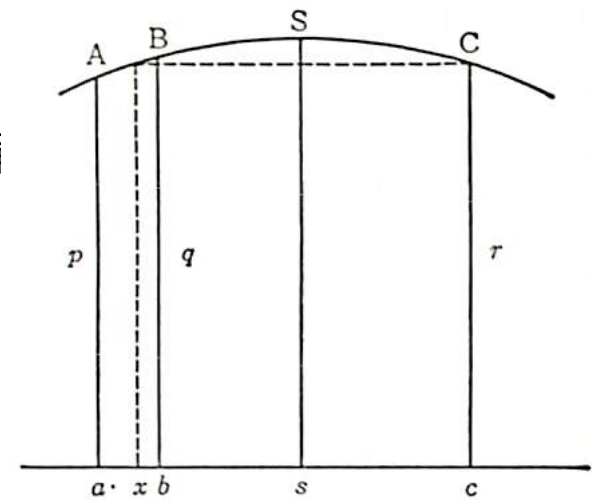
- スピノラの講義に見られる西洋天文学についての知識は江戸初期の段階で普及していた。

ペドロ・ゴメス(1533-1600)は『天球論』の注釈を書き日本のコレジョで抗議をしたことが知られている。

- 井上政重のような解明的な政治家は西洋暦法の利点を認識できていた。
- 西洋暦法を取り入れざるを得なかった幕府の事情と和算家達の活躍が相まって改暦ができた。
- なお、関孝和は暦の研究に後半生のかなりの時間を割いていた。

数学教育への応用

- 天文暦法の研究とそれに基づく改暦の作業は、天体・天象の観察とそのデータ処理が中心です。定点観測のデータは離散データです。そのため補間法が極めて重要になります。
- 例えば、冬至の正確な日時の計算では、得られるデータは図のA,B,Cです。必要なのはSですが、これを得るのに授時暦ではAB間にCと同じ値となる点を比例配分で求めています。
- このような実際のデータを処理する場合の手法は数学教員の中で必要なのでしょうか今はどうでしょう。



第29図 冬夏至の測定

- 和算への西洋科学の影響は大きいものがあると思われませんが、まだ認められた説とはなっていません.
- 「昭和16年度科学研究費二依ル研究項目」では「特殊函数及ソノ応用ノ研究」「確率論及ソノ応用ノ研究」など7件すべての合計が8万円, 「和算ノ研究」は **11万円**
- 数学教育への「数学史」の取り入れについてはやはり注意が必要